**BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**CONCEPTION DES PROCESSUS DE RÉALISATION**

**DE PRODUITS**

**Épreuve E4 : conception préliminaire**

**SESSION 2022**

Coefficient 6 – Durée 6 heures

**Matériel autorisé** :

L’usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L’usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Aucun document autorisé

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu’il est complet.

Le sujet se compose de 39 pages, numérotées de 1/39 à 39/39.

* **sujet** *(mise en situation et questions à traiter par le candidat)* 12 pages
  + **mise en situation (30 minutes de lecture de sujet)** page 2
  + **partie 1 (30 minutes)** page 3
  + **partie 2 (1 heure 30 minutes)** pages 4 à 6
  + **partie 3 (1 heure 30 minutes)** ………………………………....……pages 7 à 9
  + **partie 4 (1 heure 15 minutes)** pages 9 et 10
  + **partie 5 (45 minutes)** pages 11 à 12
* **documents techniques (DT1 à DT16)** pages 13 à 28
* **documents réponses (DR1 à DR11)** pages 29 à 39

**Le sujet comporte 5 parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.**

**Les documents réponses DR1 à DR11 (pages 29 à 39) seront à rendre agrafés aux copies.**

**Mise en situation**

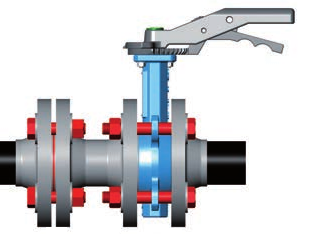
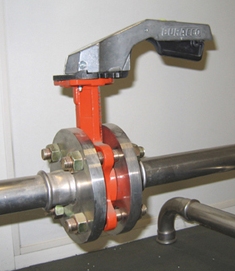
La société BURACCO conçoit et fabrique des vannes à papillon depuis 1887. Le sujet proposé concerne la série 600 utilisée en génie climatique.

Une vanne est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide liquide.

La société produit dans cette gamme plusieurs dimensions de diamètre de passage.

Le sujet portera seulement sur le modèle **DN150**, il est décrit sur **DT1** et **DT2**, son diamètre de passage est de 150 mm.

Vanne installée sur canalisation



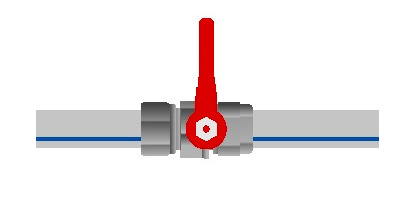
Position du levier

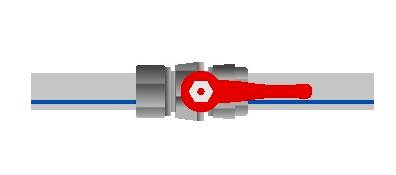
Passage fermé.

Levier perpendiculaire à la canalisation.

Passage ouvert.

Levier parallèle à la canalisation.





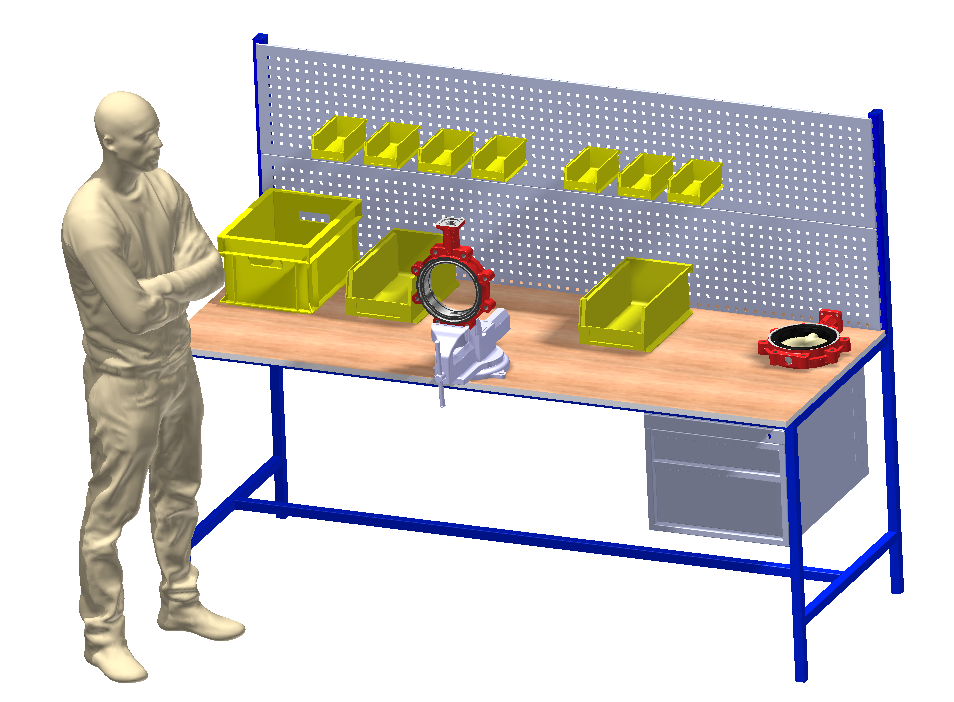
**Quantités produites**

Les quantités sont lancées en production en fonction de la demande des clients par lots de 10 à 50 pièces.

Les temps de changements de production doivent donc être les plus faibles possibles.

**Partie 1 : Comment organiser l'assemblage des vannes DN150 ?**

L'objet de cette partie concerne l'organisation du poste d'assemblage des vannes DN150.

L'étude sera menée sur l'hypothèse du montage de 10 vannes.

Flux de montage

Vanne assemblée

Le poste d'assemblage doit permettre à l'opérateur de monter une vanne en un minimum de temps.

Le flux de montage est orienté de gauche à droite.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1-1.2  DT1 et DT2  Feuille de copie | **Indiquer** quelle précaution doit prendre l’opérateur lors du montage de l’axe dans le papillon pour respecter l’exigence 3.2.1 (**DT2**).  **Justifier** votre réponse. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1-1.3  DT3  Feuille de copie | Parmi les 3 propositions d’aménagement du poste de montage, **choisir** celle qui vous semble être la meilleure.  **Justifier** votre réponse. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1-1.1  DT1  DR1 | **Compléter** le graphe d'assemblage de la vanne. |



**Partie 2 : Comment concevoir le processus de réalisation des corps de vannes ?**

**Partie 2-1 : le procédé d’élaboration du brut est-il compatible avec les exigences de fabrication ?**

L’objet de cette partie porte sur les performances du procédé d'élaboration du brut du corps de vanne DN150.

La production des bruts est sous traitée.

Les pièces sont moulées en sable mécanique.

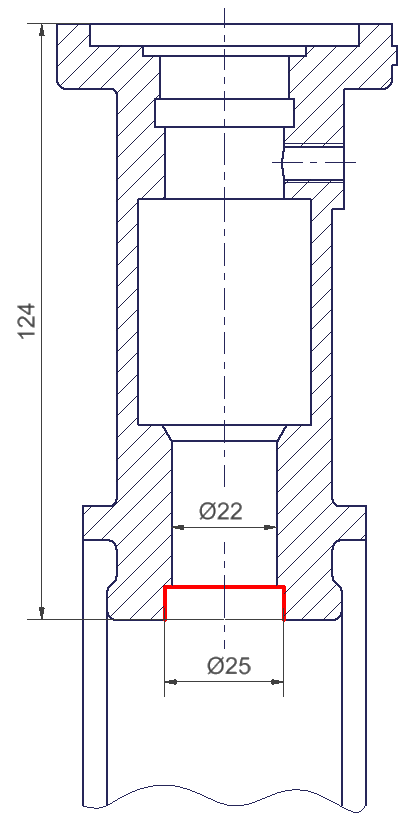
|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-1.1  DT5  Feuille de copie | **Citer** les deux qualités de la fonte à graphite sphéroïdal **EN-GJS-400-15** qui justifient son utilisation au regard des procédés de réalisation du corps de vanne. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-1.2  DT4 et DT5  DR2 | **Calculer** la cote de brut CB permettant de garantir les surépaisseurs C1 et C2 indiquées sur le **DR2**. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-1.3    DT4 et DT5  DR2 | **Calculer** la cote moyenne et l’intervalle de tolérance de la cote de brut CB. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-1.4    DT4 et DT5  DR3 | **Déterminer** la classe de tolérance dimensionnelle minimale compatible en fonderie avec la cote de brut CB (voir tableau 1 sur **DR3**). |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-1.5  DT4 et DT5  DR3 et feuille de copie | **Conclure** sur la compatibilité de la cote de brut CB avec le procédé de fonderie retenu (voir tableau 2 sur **DR3**). |

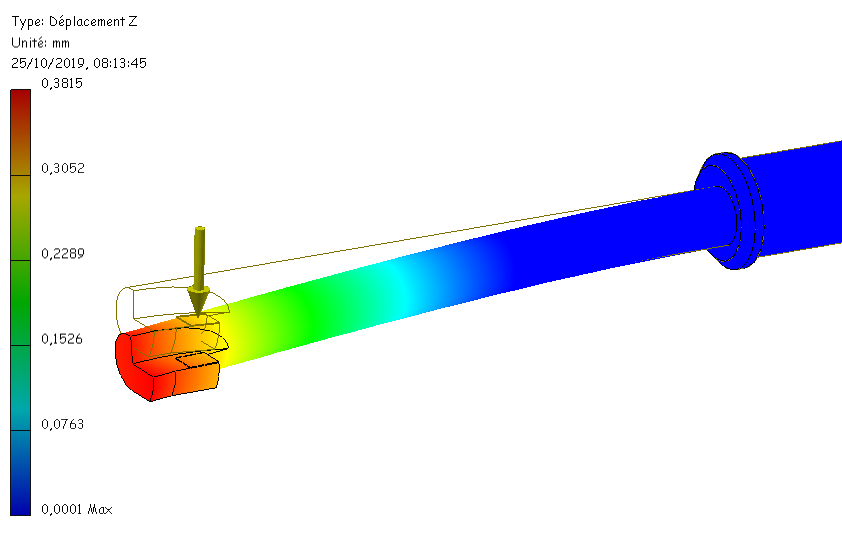
**Partie 2-2 : Quel outil choisir pour la réalisation du lamage Ø25 ?**

L’objet de cette partie porte sur le choix d'un outil de coupe permettant de réaliser le lamage Ø 25 des corps de vanne DN150.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-2.1  Feuille de copie | **Calculer** l'effort de coupe Fc.  On prendra comme conditions de coupe :  Vc = 80 m·min-1  ap =1,5 mm et f = 0.1 mm·tr-1  La force de coupe par unité de surface de coupe Kc est de 2300 N·mm-²  Formule: Fc = Kc·S avec (S : section du copeau en mm²) |

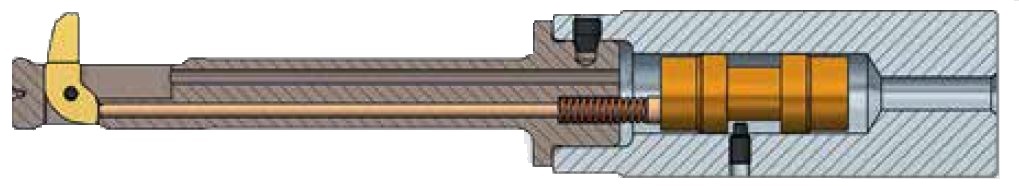
|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-2.2  Feuille de copie | La simulation ci-contre représente la flèche de l’outil 1 avec un effort de coupe de 350 N. **Indiquer** la valeur de cette flèche au niveau de l’arête de coupe. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-2.3  DT4  Feuille de copie | **Conclure** sur la pertinence d’utiliser cet outil n°1 pour réaliser ce lamage. |



**n°2:** outil à lamer en tirant à lame rétractable.

**n°1:** outil à lamer en tirant.



|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-2.4  DT6  DR4 | **Indiquer** les caractéristiques dimensionnelles de l'outil n°2 :  Ø de guidage, longueur minimale et rayon de lame. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-2.5  DT6  DR4 | **Indiquer** les caractéristiques de la machine indispensables au niveau de la lubrification. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-2.6  DT6  DR4 | **Compléter** la ligne lubrification du tableau en répondant par oui ou non. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-2.7  Feuille de copie | **Conclure** en choisissant un des deux outils.  **Justifier** votre choix. |

**Partie 2-3 : Quelle machine choisir pour la réalisation du corps de vanne ?**

L'entreprise envisage d'investir dans un centre de tournage multi-axes pour la fabrication des corps de vannes DN150.

L'objet de cette partie porte sur l'élaboration du cahier des charges de cette nouvelle machine.

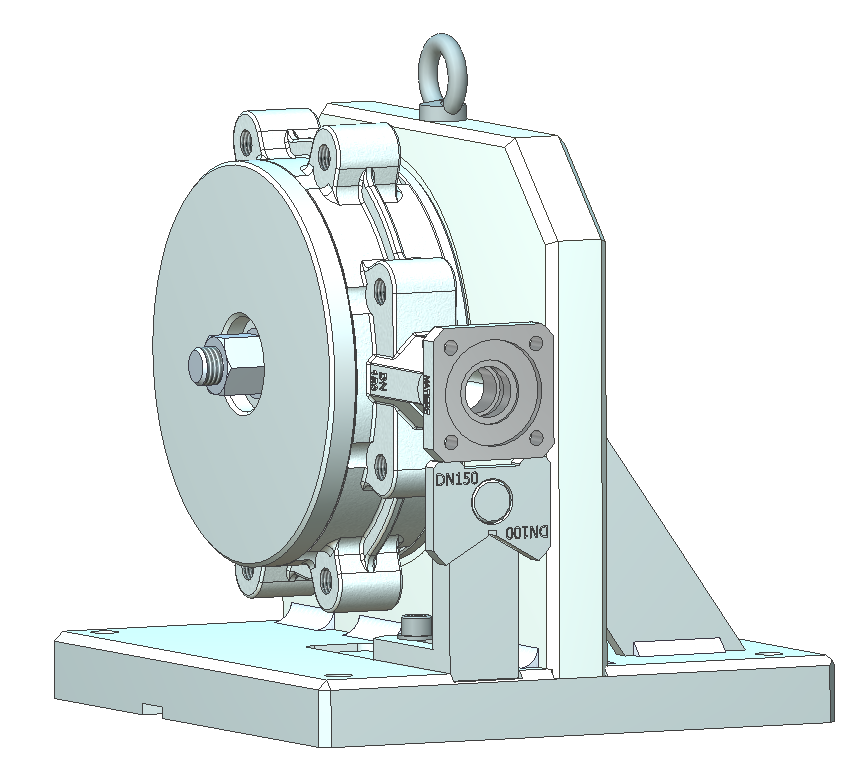
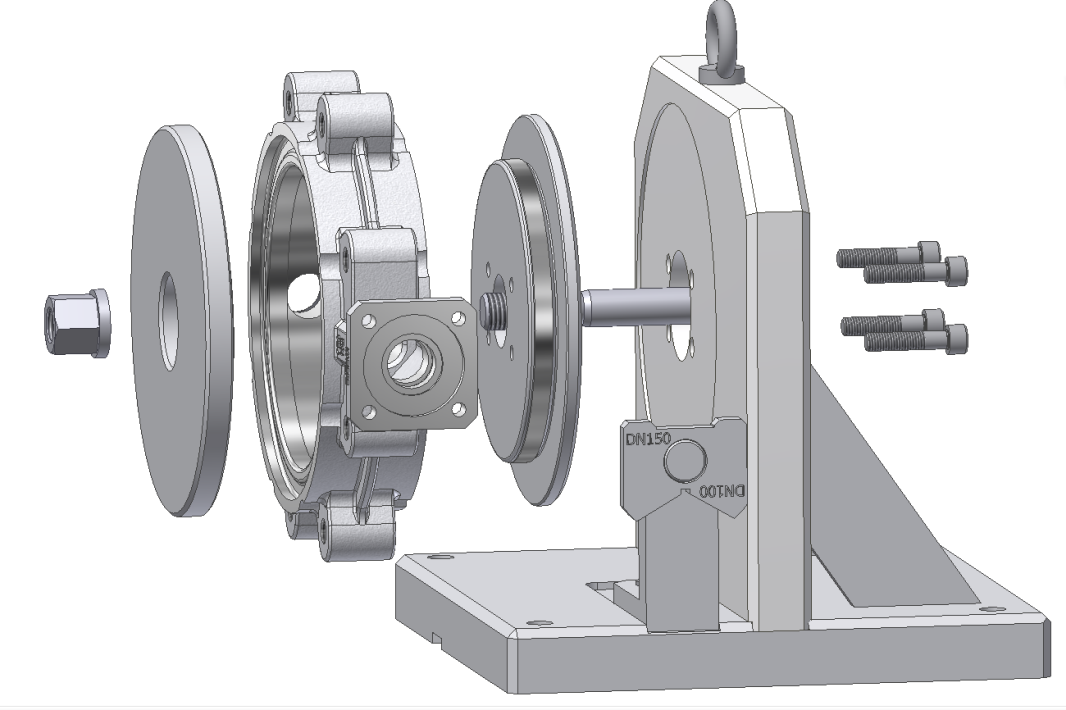
|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-3.1  DT4 et DT10  DR8 | **Surligner** en couleur les surfaces usinées dans la phase 30.  **Indiquer** la mise en position isostatique (première partie de la norme). |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-3.2  DT4 et DT10  DR8 | **Compléter** le tableau en indiquant pour chaque groupe de surfaces:   * la direction d'usinage ; * le type d'usinage ; * les axes machines nécessaires pour les positionnements et les avances d’usinages ; * une estimation du nombre d'outils nécessaires. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2-3.3  DT11  Feuille de copie | **Choisir** la machine adaptée parmi celles proposées.  **Justifier** votre réponse. |

**Partie 3 : Comment réaliser le porte-pièce pour la réalisation des corps de vanne ?**

**Partie 3-1 : Comment réaliser le centreur du porte-pièce de fraisage du corps de vanne ?**

L’objet de cette partie porte sur la fabrication du porte-pièce utilisé dans la phase 40 de fraisage sur centre d'usinage horizontal.

Centreur

Butée

Les centreurs sont fabriqués en **42 Cr Mo 4**.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-1.1  Feuille de copie | **Décoder** la désignation du matériau. |

Pour résister à l'usure, les centreurs subissent un traitement thermique (trempe puis revenu) pour obtenir une dureté de 45HRc.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-1.2  DR5 | **Indiquer** la résistance maxi Rm en MPa pour une dureté de 45 HRc, et la température de revenu. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-1.3  Feuille de copie | **Citer** les caractéristiques du matériau qui évoluent en fonction de la température de revenu.  **Justifier** votre réponse. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-1.4  DR5 | **Compléter** le diagramme de cycle de traitement en incluant le revenu avec un temps de maintien en température de 30 min minimum. |

Le parc machine est constitué de :

* 1 tour CN avec axe C ;
* 1 centre d'usinage vertical ;
* 1 perceuse à colonne ;
* 1 rectifieuse plane.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-1.5  Voir DT7  Feuille de copie | **Écrire** le processus de réalisation littéral du centreur en incluant les traitements thermiques entre les phases d’ébauche et de finition si nécessaire.  **Indiquer seulement** :   * les surfaces usinées dans chaque phase ; * la machine utilisée ; * l’état des surfaces usinées. |

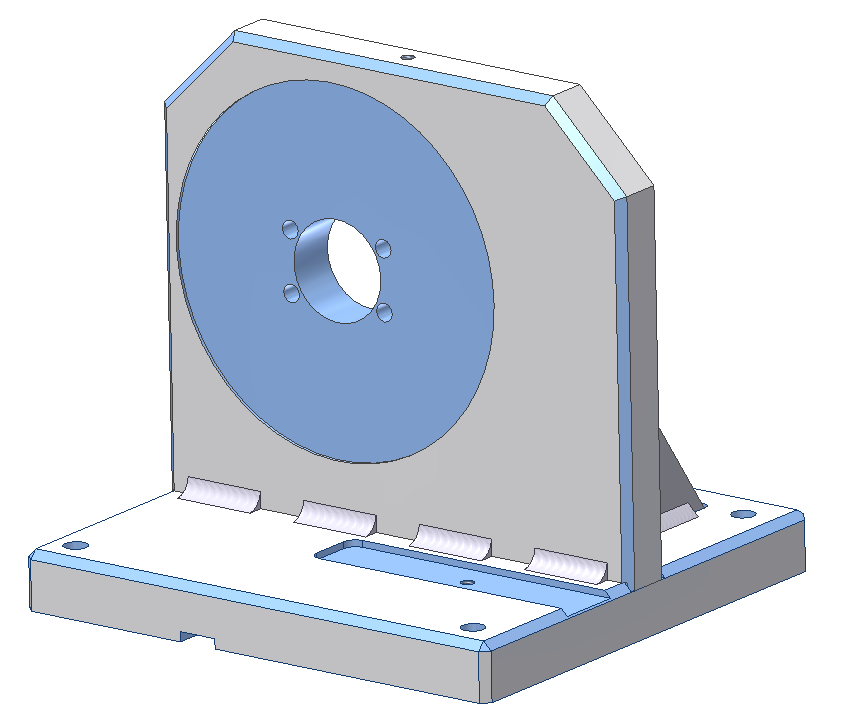
Dans un souci d’économie le bureau des méthodes envisage l’utilisation d’un autre matériau : 30 Cr Ni Mo 8 prétraité avec un Rm de 1100 MPa

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-1.6  Feuille de copie | **Conclure** en indiquant les avantages et inconvénients de l’utilisation de ce nouveau matériau pour la réalisation du centreur. |

**Partie 3-2 : Comment réaliser l’équerre du porte pièce de fraisage du corps de vanne ?**

Rondelle de serrage

L'objet de cette partie porte sur la fabrication de l'équerre du porte-pièce de fraisage.

Le bâti est réalisé en **mécano soudure** à partir de tôles en S235 découpées au plasma.

Surfaces brutes

Surfaces usinées

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-2.1  Voir DT8  DR6 | **Compléter** la grille d'analyse de spécification géométrique |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-2.2  Voir DT8 et DT9  Feuille de copie | **Expliquer** pourquoi cette tolérance géométrique ne peut être respectée dans le cas où la surface PL4 est usinée avant soudure.  **Justifier** votre réponse. |

Les pièces constituant l'équerre sont découpées au plasma dans de la tôle.

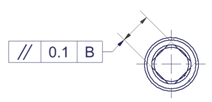
Certaines surfaces sont usinées avant soudure, d'autres après.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-2.3  Voir DT9  DR7 | **Choisir** lessurfaces devant être usinées avant ou après soudure |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 3-2.4  Feuille de copie | **Conclure** en proposant d'autres possibilités de fabrication de cette équerre. |

**Partie 4 : Comment réaliser la production des axes ?**

**Partie 4-1 : Le processus de contrôle est-il acceptable ?**

****

|  |  |
| --- | --- |
| Question 4-1.1  Voir DT12  DR9 | **Compléter** la grille d'analyse de  spécification géométrique. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 4-1.2  Voir DT12 et DT13  Feuille de copie | Le contrôle est envisagé sur marbre.  **Décrire** la procédure d'utilisation du montage de contrôle. |
| Question 4-1.3  Voir DT12.et DT13  Feuille de copie | **Calculer** la valeur de déviation maximale tolérée du comparateur.  On prendra pour le calcul 13 mm pour le côté du carré . |
| Question 4-1.4  Voir DT12 et DT13  Feuille de copie | **Conclure** en précisant les différences entre ce que préconise la norme et la méthode de mesurage utilisée.  **Conclure** sur la pertinence du processus de contrôle. |

**Partie 4-2 : L’utilisation d’un centre de tournage permet-il de gagner du temps ?**

L'entreprise, qui souhaite investir dans un centre de tournage, désire évaluer la rentabilité des options broche de reprise et embarreur.

L’objet de cette partie porte sur l'évaluation du gain de temps réalisé en utilisant un centre de tournage bi broche pour la fabrication de l’axe de la vanne DN150.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 4-2.1  DT14 et DT15  DR10 | La quantité lancée en fabrication est de 10 pièces.  **Tracer** le graphe de Gantt de la phase envisagée sur tour bi broche mono tourelle. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 4-2.2  DT14 et DT15  DR10 | **Indiquer** le gain de temps en minutes. |

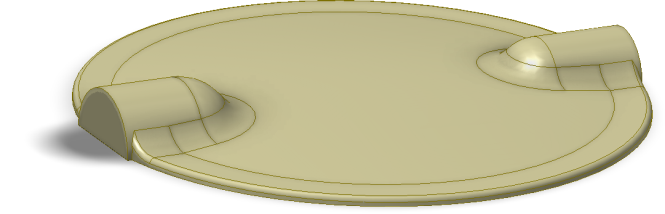
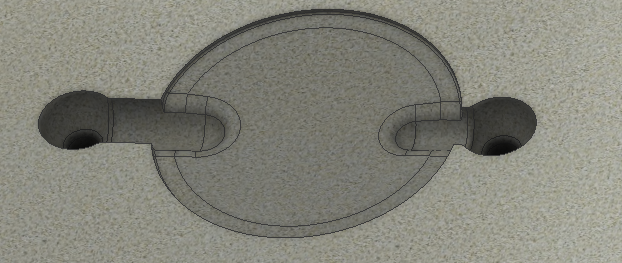
|  |  |
| --- | --- |
| Question 4-2.3  Feuille de copie | **Conclure** en précisant quels sont les différents temps qui peuvent être réduits. |

**Partie 5 : Quel processus de réalisation choisir pour le modèle de fonderie du papillon ?**

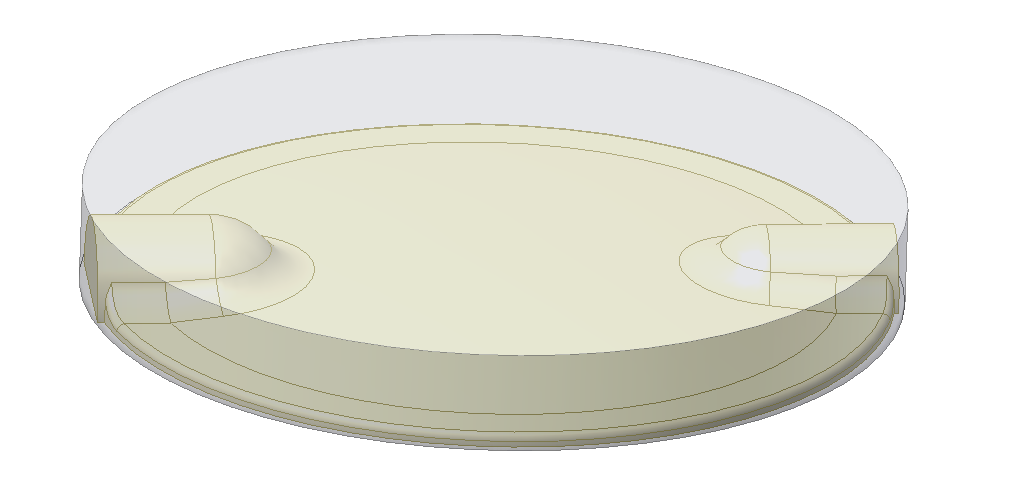
Les papillons bruts sont obtenus par moulage au sable, l'étude proposée concerne la fabrication du modèle utilisé par le fondeur.

Empreinte dans le moule en sable

Demi-modèle

****

**Partie 5-1 : Quels sont les coûts d’obtention du modèle suivant le processus choisi ?**

L’objet de cette partie porte sur l'évaluation du coût d'obtention du modèle de fonderie par **enlèvement de matière. (Fabrication soustractive).**

L'usinage est fait sur un centre de fraisage 5 axes usinage grande vitesse à partir d'un brut de Ø160 par 20 de hauteur en résine polyuréthane.

|  |  |
| --- | --- |
| Le volume de la pièce finie est de 96166 mm3. | |
| Question 5-1.1  Voir DT16  Feuille de copie | **Calculer** le volume de copeaux à enlever en ébauche. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 5-1.2  Voir DT16  Feuille de copie | **Calculer** le temps de coupe en ébauche pour un volume de copeaux de 306 cm3. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| En finition on utilise une fraise hémisphérique Ø6, on désire obtenir une rugosité totale Rt de 5µm   |  |  | | --- | --- | | Question 5-1.3  DR11 | **Déterminer** la valeur de ae à utiliser. |  |  |  | | --- | --- | | L'aire totale des surfaces à usiner est de 20611 mm². | | | Question 5-1.4  Voir DT16  Feuille de copie | **Calculer** le temps de coupe en finition. |  |  |  | | --- | --- | | Le coût horaire machine est de 80 € par heure. Le coût de programmation, préparation et de parachèvement est de 150 €. On prendra pour le calcul un temps d'usinage de 40 min. | | | Question 5-1.5  Feuille de copie | **Calculer** le coût de fabrication d'une pièce. |  |  |  | | --- | --- | | Coût d'obtention du modèle de fonderie par **fabrication additive**.  Le coût de l'impression 3d est de 18 € par heure.  Le coût du retrait du support et du polissage est de 12 € par pièce. | | | Question 5-1.6  Feuille de copie  Données fournies par le logiciel de l'imprimante 3d. | **Calculer** le coût de fabrication d'une pièce. |          |  |  | | --- | --- | | Question 5-1.7  Feuille de copie | **Conclure** en choisissant un procédé de fabrication du modèle de fonderie.  **Justifier** votre réponse. | |